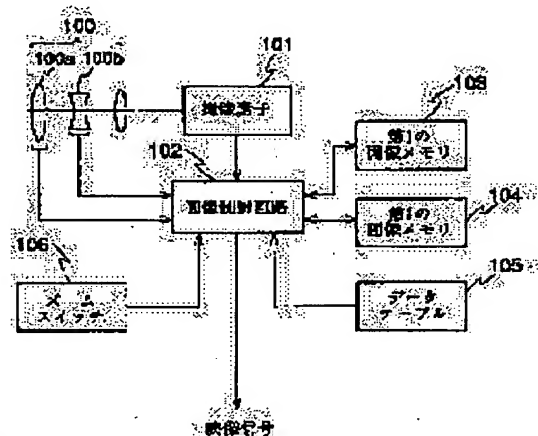


(11)Publication number : 06-165024
(43)Date of publication of application : 10.06.1994

H04N 5/235
G03B 5/00

(72)Inventor : YOKOTA HIDEO

CONSTITUTION: This device is provided with a distortion aberration storing means 105 for storing information concerning the distortion aberration of a photographic lens 100, a photographing lens state detecting circuit 102 for detecting the state of the photographing lens 100, distortion aberration detecting means 102 for detecting the distortion aberration information at the time of photographing based on information from the photographing lens state detecting means 102, and image correcting means 102 for correcting the distortion of the image caused by the photographing lens 100 with the arbitrary image height of the photographed image as a reference based on the distortion aberration information from the distortion aberration detecting means 102, and the distorting amount of the image is corrected with the arbitrary image height from the center (optical axis) of the photographing lens 100 on a screen as the reference.



[Date of request for examination]	18.06.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	06.07.1999
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3035416
[Date of registration]	18.02.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	11-12406

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-165024

(43)公開日 平成 6 年(1994) 6 月10日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 5/235

G 0 3 B 5/00

Z 7513-2K

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 16 頁)

(21)出願番号

特願平4-331205

(22)出願日

平成 4 年(1992)11月18日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号

(72)発明者 横田 秀夫

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

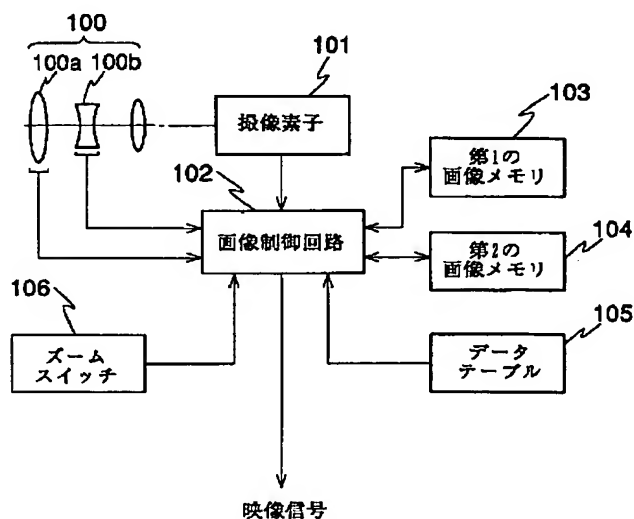
(74)代理人 弁理士 中村 稔

(54)【発明の名称】 撮像装置及び画像再生装置及び映像システム

(57)【要約】

【目的】 撮影レンズを介して得られる画像を無駄なく使用し、該撮影レンズの仕様を超えた画像を与える。

【構成】 撮影レンズ100の歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段105と、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段102と、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段102と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段102とを備え、撮影レンズの歪曲収差情報に基づき、撮影レンズの画面上の中心（光軸）から任意の像高を基準として、画像の歪曲量を補正するようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段と、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段と、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段とを備えた撮像装置。

【請求項2】 撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段と、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段と、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報を記録媒体に記録する歪曲収差記録手段とを備えた撮像装置。

【請求項3】 記録媒体に記録された歪曲収差情報を読み出す歪曲収差読出手段と、該歪曲収差読出手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段とを備えた画像再生装置。

【請求項4】 撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、前記歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報を記録媒体に記録する歪曲収差記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記録された歪曲収差情報を読み出す歪曲収差読出手段、及び、歪曲収差読出手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備えた映像システム。

【請求項5】 撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段と、該撮影レンズ状態検知手段からの撮影レンズ状態情報を記録媒体に記録する撮影レンズ状態情報記録手段とを備えた撮像装置。

【請求項6】 記録媒体に記録された撮影レンズ状態情報を読み出す撮影レンズ情報読出手段と、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段と、前記撮影レンズ情報読出手段からの撮影レンズ状態情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段とを備えた画像再生装置。

【請求項7】 撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、及び、撮影レンズ状態検知手段からの撮影レンズ状態情報を記録媒体に記録する撮影レンズ状態情報記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記

録された撮影レンズ状態情報を読み出す撮影レンズ情報読出手段、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、前記撮影レンズ情報読出手段からの撮影レンズ状態情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備えた映像システム。

【請求項8】 撮影レンズ状態情報は、撮影レンズのズーム位置とフォーカス位置の情報であることを特徴とする請求項1、2、4、5、6又は7記載の撮像装置及び映像システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラやスチルカメラや銀塩カメラ等の撮像装置、及び、撮像装置からの画像を再生する画像再生装置、及びこれら装置の組み合わせにより成るとにより映像システムの改良に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来、撮影装置において、撮影画像の歪曲は撮影レンズのディストーションとして表れ、レンズ設計で取り切れない歪曲は残存歪曲収差として画像に残っていた。この残存歪曲収差を電子的に取り除く方法として、プランビコンなどの撮像管を用いて撮像する装置において、走査する電子ビームを撮像レンズのディストーションに基づいて歪曲して走査することが知られている。

【0003】また、CCDなどの撮像素子より得た画像データをデジタル信号として補正する提案が特開平2-252375号に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例においては、撮影レンズの焦点距離を基準として、つまり図25に示す様に、画像の中心（光軸）を基準として補正を行っているので、図26（a）に示す様に、負のディストーション（たる型）の場合は、周辺の画像データは使用されず、又図26（b）に示す様に、正のディストーション（糸まき型）の場合は、画像が欠落するという問題点があった。

【0005】（発明の目的）本発明の目的は、撮影レンズを介して得られる画像を無駄なく使用し、該撮影レンズの仕様を超えた画像を与えることのできる撮像装置及び画像再生装置及び映像システムを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段と、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段と、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時

の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段とを備え、また、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、前記歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報を記録媒体に記録する歪曲収差記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記録された歪曲収差情報を読み出す歪曲収差読出手段、及び、歪曲収差読出手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備え、また、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、及び、撮影レンズ状態検知手段からの撮影レンズ状態情報を記録媒体に記録する撮影レンズ状態情報記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記録された撮影レンズ状態情報を読み出す撮影レンズ情報読出手段、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、前記撮影レンズ情報読出手段からの撮影レンズ状態情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備え、撮影レンズの歪曲収差情報に基づき、撮影レンズの画面上の中心（光軸）から任意の像高を基準として、画像の歪曲量を補正するようにしている。

【0007】

【実施例】以下、本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0008】図1は本発明の第1の実施例における撮像装置の構成を示すブロック図である。

【0009】図1において、100はフォーカスレンズ101aやバリエータレンズ101bを備えたズーム可能な撮影レンズ、101はCCDなどの撮像素子、102は画像の歪曲を補正する等各種動作の制御を行う画像制御回路、103は撮像素子101から得られる画像データを記憶する第1の画像メモリ、104は歪曲を補正した画像データを記憶する第2の画像メモリである。105は撮影レンズ100の歪曲収差情報を記憶するデータテーブル、106は撮影者のズームングの指示を電気信号に変換するズームスイッチである。

【0010】図2は上記画像制御回路102における動作を示すフローチャートであり、以下これにしたがって説明する。

【ステップ1】 画像制御回路102は撮像素子101からの画像データを映像信号に変換した後、A/D変換回路などによりデジタルな画像信号に変換し、その後

このデジタル画像信号を第1の画像メモリ103に1フレーム分記憶させる。この時の画像は撮影レンズ100の歪曲収差により歪んだ画像となっている。

【ステップ2】 撮影レンズ100の焦点距離、つまりズーム位置を撮影レンズ100の構成要素の一つであるバリエータレンズ100bの位置から検知すると共に、ズームスイッチ106により撮影者の意図しているズーム位置を読み込む。

【0011】この様にズーム情報をバリエータレンズ100bの位置とズームスイッチ106とから得るのは、後に説明するように画像の歪みの補正の基準を任意に設定して行うためである。

【ステップ3】 被写体距離を撮影レンズ100の構成要素の一つであるフォーカスレンズ100aから検知する。

【0012】これは、撮影レンズ100の歪曲収差がズームングとフォーカスにより変動するので、この撮影レンズ100の状況に合った画像補正を行うために必要である。

【ステップ4】 歪みのない画素の番地が、歪みのある画素のどの番地にあるかをデータテーブル105の歪曲量のデータをもとに算出する。歪曲量のデータは、各ズーム位置、各フォーカス位置に対して生のデータという形で記憶されていても良いし、歪曲収差の量を関数に近似して、関数の係数として記憶していても良い。

【0013】ここで、通常、歪みのない画像の走査線は歪みのある画像上では図3の様な曲線となり、歪みのない画素は、歪みのある画面上では特定の画素に対応していないので、図4に示す様に対応位置を囲む画素の例えば左上の画素の番地42aを算出する。

【0014】なお、図3において、31はデジタル画像データ配列、32、33は歪みのない画像の走査線、34は一つの画素に対応する画像データ位置であり、図4において、41は歪みのない走査線、42は歪みのない画像データの対応位置である。

【ステップ5】 上記ステップ4において算出した画素番地に基づいて歪みのない画像データの生成に使用する複数のデータ（サンプル画像データ）を別のメモリ上に複写する。例えば、図4においては、42a、42b、42c、42dを複写することになる。

【ステップ6】 上記ステップ5において複写した画素の座標と新たに生成する画像の座標から、線形補間処理などによって歪みのない画像のデータを生成する。

【ステップ7】 上記ステップ6において生成した画像データを第2の画像メモリ104に順次記憶していく。

【ステップ8】 ここでは上記ステップ4～7の、水平走査方向の全動作が終了したか否かを判別し、終了していなければステップ4へ戻る。また、終了したことを判別するとステップ9へ移行する。

【ステップ9】 ここでは上記ステップ4～7の、垂直

走査方向の全動作が終了したか否かを判別し、終了していなければステップ4へ戻る。また、終了したことを判別するとステップ10へ移行する。

【ステップ10】 第2の画像メモリ104に記憶されている画像データを読み出し、ステップ11へ進む。

【ステップ11】 NTSCなどに準じた映像信号に変換して不図示の電子ビューファインダや録画装置へ出力する。

【0015】この例においては、第2の画像メモリ104をエリアメモリとしたが、これを1走査線分の画像データを格納するラインメモリとし、1ライン画像データの生成が終了する毎に映像信号に変換し、それを垂直走査線分繰返すように制御し、メモリを節約するような構成にしても良い。

【0016】次に、図5により画像番地算出のアルゴリズムを説明する。

【0017】ここでは、撮影レンズ100はテレ端で歪曲収差が「0」で、ワイド側にいくにつれて負の歪曲収差が発生し、画像補正は負の歪曲収差に対して行うものとする。また、撮影レンズ100のズーム位置をZとし、該撮影レンズ100のワイド端、テレ端のズーム位置をそれぞれZ_w、Z_t (Z_w<Z_t)とする。また、ズームスイッチ106により撮影者が指示するズーム位置をZ_sとし、補正上、とり得るワイド端の仮想のズーム位置をZ_{min}とする。

【0018】撮影レンズ100が機械的にワイド端の位置にくるまでは「Z_s=Z」となっている。

【ステップ51】 撮影者の意図するズーム位置Z_sと撮影レンズ100のとり得るワイド端のズーム位置Z_wを比較し、Z_sがZ_w以上のとき、つまり「Z_s≥Z_w」の関係にあるときはステップ52へ移行し、「Z_s<Z_w」の関係にあるときはステップ53へ移行する。

$$\begin{aligned} D\% &= \{ (L - L_0) / L_0 \} \times 100 \\ &= \{ (L / L_0 - 1) \} \times 100 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、L₀は理想像高であり、Lは実際の像高である。

【0023】画面中心を基準として行う歪み補正（上記ステップ52）においては、図7より画面上の任意の点

$$\begin{aligned} \alpha &= L_0 / L \\ &= (1 + D / 100) \cdot 1 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2)$$

上記(2)式より理想像点P₀の座標は

$$\begin{aligned} x_0 &= \alpha \cdot x \\ y_0 &= \alpha \cdot y \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (3)$$

と計算される。

【0024】実際は、理想像点の座標から実際の像点の座標を求める逆の形の関数を作り、画素点の走査に対応した実際の画素番地を決定していく。

【0025】次に、任意の像高基準の歪み補正（上記ステップ55における動作）について図8、9において説明する。

【ステップ52】 「Z_s≥Z_w」の関係にあるので、ここでは画面中心を基準として歪み補正を行い、次のステップへと進む。

【0019】上記ステップ51において、「Z_s<Z_w」の関係にあると判別した場合には、仮想ズーム位置の領域と判断し、前述したようにステップ53へ移行する。

【ステップ53】 ここでは撮影者の意図するズーム位置Z_sが補正上の仮想のワイド端のズーム位置Z_{min}よりも小さいどうかを比較し、もし小さい、つまり「Z_s<Z_{min}」の関係にあればステップ54へ移行し、「Z_s≥Z_{min}」の関係にあればステップ55へ移行する。

【ステップ54】 ここでは撮影者の意図するズーム位置Z_sが補正上の仮想のワイド端のズーム位置Z_{min}よりも小さいので、Z_sにZ_{min}の値を入れ、ステップ55へ移行する。

【ステップ55】 任意の像高を基準として歪み補正を行う。

【0020】ここで、撮影レンズ100で発生する歪曲収差Dは関数で近似され、像高の二次関数となっており、その二次関数の係数aは撮影レンズ100のズーム位置Zの一次関数であるとする、

$$D = D(L) = a \cdot L^2$$

$$a = a(Z) = b \cdot Z$$

となり、図に表すと図6(a)～(c)のようになる。図6(a)～(c)において、W、M、Tはそれぞれズーム位置Zのワイド端、ミドル、テレ端での歪曲収差を表している。

【0021】光学的な歪曲収差(D%)は次のような値で定義されている。

【0022】

P(x, y)の理想像点をP₀(x₀, y₀)の点とすると、それぞれの点から画面中心までの距離の比が伸縮比αとなり、

【0026】今、基準の像高をY_sの円上とすると、画面上で画面中心を中心とする半径Y_sの円上で、歪み補正量が「0」になるように補正することが任意の像高基準の歪み補正となる。これを収差図上で表すと、図8のようになり、像高Y_sでの歪曲収差量をD₀とし、収差量がD₀の位置に各像高の歪曲量が揃うように画像を補正することになる。つまり、図9の半径Y_sの円の外側は伸長

し、内側を収縮する補正を行う。

【0027】この時の光学的歪曲収差をD、補正歪曲収

$$D' = D - D_0$$

の関係が成立つ。また、画面上の任意の像点P₁ (x₁, y₁) の画面中心からの距離(像高)をL₁とし、

$$x_{s1} = (Y_s / L_1) \cdot x_1$$

$$y_{s1} = (Y_s / L_1) \cdot y_1$$

となり、この点が伸縮の基準点となるから、伸縮比をα

$$\alpha' = (1 + D' / 100)^{-1}$$

となり、理想像高の座標P₀₁(x₀₁, y₀₁)は

$$x_{01} = x_s + \alpha' \cdot \Delta x_1$$

$$y_{01} = y_s + \alpha' \cdot \Delta y_1$$

但し、

$$\Delta x_1 = x_1 - x_{s1}$$

$$\Delta y_1 = y_1 - y_{s1}$$

である。

【0028】像点P₂は半径Y_sの円の内側の点であるが、同様にして理想像点P₀₂が求められる。

【0029】画面中心を基準に歪み補正するときは、D₀が「0」であるとして扱えば、上記式(7)は上記式(3)と同じになるので、画面中心を基準として歪み補正するのも、任意の像高基準で歪み補正するものも、同じ関数処理でD₀をパラメータとして求めることができる。

【0030】歪みの補正基準を任意の像高にすることに

$$Y_{max0} = (1 + D_{ym} / 100)^{-1} \cdot Y_{max} \quad \dots\dots\dots (9)$$

となる。但し、D_{ym}は像点Y_{max}での歪曲量である(図11参照)。

【0032】画面中心(光軸)基準の歪み補正によるY方向の最大像高はY_{max}であり、ここで述べたような歪み補正を行うことにより、撮影可能な画角範囲はY_{max0}/Y_{max}倍拡張されることになる。

【0033】ここで、上記式(9)より「Y_{max0}/Y_{max}」は像高Y_{max}での歪曲収差量で決るので、撮影画角の拡張量は、撮影レンズのワイド端での歪曲収差量により決り、歪曲収差が負の値で大きいほど撮影画角は拡張することを示している。

【0034】このような画像補正に達したワイド側で大きな負の歪曲収差を発生するレンズの設計例を以下に示す。

【0035】図12はレンズの断面図、図13、図14はワイド端、テレ端での収差図である。

【0036】図15は数値実施例を示す図である。

【0037】数値実施例において、r_iは物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、d_iは物体側より第i番目のレンズ厚及び空気間隔、n_iとv_iは各々物体側より順に第i番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。

【0038】数値実地例のr₂₀, r₂₁はフェースプレート等のガラスブロックである。非球面形状は光軸方向

差をD'とすると、図8より

$$\dots\dots\dots (4)$$

画面中心と像点P₁を結ぶ直線と半径Y_sの円の交点をP_{s1}(x_{s1}, y_{s1})とすると、その座標は、

$$\dots\dots\dots (5)$$

とすると、

$$\dots\dots\dots (6)$$

$$\dots\dots\dots (7)$$

$$\dots\dots\dots (8)$$

より、負の補正歪曲量を少なくすることができる。これにより、歪み補正後の画像は、画面中心基準で歪み補正した画像よりも撮像面上で広い範囲の画像となり、見かけ上、ワイド側に撮影画角を広げたのと同じこととなる。

【0031】任意の像点基準の歪み補正の限界は、図10に示す様に、基準となる円が撮像範囲に内接する場合で、この位置が仮想のワイド端となる。このときの円の半径をY_{max}(最大基準像高)とすると、この像点に対する理想像点Y_{max0}は、

$$\dots\dots\dots (9)$$

にx軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき

$$x = (1/R) H^2 / [1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}] + B H^4 + C H^6 + D H^8 + E H^{10}$$

なる式で表している。

【0039】この例における光学的画角ω₀は全角で約74°である。画面サイズを「3:4」の撮像素子とすると、前述の最大基準像高Y_{max}は、

$$Y_{max} = \text{最大像高} \times 0.6$$

となる。この時の歪曲収差量D_{ym}は-9.3%であるので

$$Y_{max0} / Y_{max} = (1 + D_{ym} / 100)^{-1} = 1.10$$

となり、撮影画角が10%広がり、最大画角全角は約81°となる。

【0040】図16(a)~(e)にこの実施例における歪み補正のようすを模式的に示している。

【0041】なお、この実施例においては、撮像素子が単板の撮影装置について説明したが、図17に示すように入射光をR、B、Gに分解して撮影するような撮影装置にも同様に適用することができる。

【0042】この時は、各色ごとに画像の歪みが異なるために、各色に対応する歪曲量のデータを別々に用意

し、各色毎に歪み補正の画像処理を行い、その結果を映像信号に変換することによって、画面の歪みに加えて倍率色収差に関しても補正され、より高品位な画像を撮影することが可能となる。

【0043】（第2の実施例）以下に、本発明の第2の実施例について説明する。

【0044】この第2の実施例は、装置の構成は上記の第1の実施例と同じであるが、画像処理の方法を変えたものである。

【0045】第1の実施例においては、画角の広角化は、まず撮影レンズにより行い、撮影レンズが広角端に到達したところで画像処理による広角化を行うアルゴリズムであったが、この第2の実施例では、撮影レンズに負の歪曲収差が発生すると歪みの補正に加えて画角の広角化も合せて行うようにしたものであり、その歪み補正の様子を図18に模式的に示す。

【0046】例えば、任意の歪み補正基準の像高を最大基準像高の Y_{max} に固定して、順次補正を行うようにすれば、撮影レンズのどのズーム位置においても撮像範囲を最大に使用することができる。

【0047】この方式を採ると、歪みの補正量が極端に変化するのを防ぐことができる。また、このような画像処理を行うと、撮影レンズが広角側にいくにつれて画角の広角化が早くなるので、この時は撮影レンズのズームのスピードを広角側にいくにつれて減速するように制御することにより、撮影者にとってより自然なズームができるので望ましい。

【0048】（第3の実施例）以下に、本発明の第3の実施例について説明する。

【0049】この第3の実施例は、テレ側で正の歪曲収差が発生する撮影レンズにおいて歪み補正を行うようにした例であり、装置の構成は上記の第1の実施例と同様である。

【0050】図19は、この第3の実施例の番地算出のアルゴリズムを示すフローチャートである。尚、撮影レンズの歪曲収差が「0」になるズーム位置を Z_0 とする。

【ステップ100】 撮影レンズ100のズーム位置が Z_0 に対してワイド側であるか、テレ側であるかの判別を行う。もしワイド側である場合、つまり「 $Z_s \leq Z_0$ 」の関係にある場合はステップ102へ移行し、テレ

$$x_0 = (1 + D / 100)^{-1} \cdot (x - x_s) + x_s$$

$$y_0 = (1 + D / 100)^{-1} \cdot (y - y_s) + y_s \quad \dots\dots\dots (10)$$

と、第1の実施例と同じ式で計算することができる。この場合、歪曲収差の符号が反転するので、第1の実施例で説明したのとは逆に円の内側で画像が伸長される。

【0054】撮影レンズのテレ側において、該撮影レンズの範囲を越えて画像を拡大する方法として電子ズームが公知であるが、本発明のテレ側の歪み補正と補正とを組合せることが可能である。

側である場合（ $Z_s > Z_0$ ）はステップ101へ移行する。

【ステップ101】 画面の四隅を基準とした歪み補正を行う（詳細は後述する）。

【ステップ102】 撮影者の意図するズーム位置 Z_s と撮影レンズ100のとり得るワイド端のズーム位置 Z_w を比較し、 Z_s が Z_w 以上のとき、つまり「 $Z_s \geq Z_w$ 」の関係にあるときはステップ103へ移行し、「 $Z_s < Z_w$ 」の関係にあるときはステップ104へ移行する。

【ステップ103】 「 $Z_s \geq Z_w$ 」の関係にあるので、ここでは上記第1の実施例におけるステップ52と同様の、画面中心基準の歪み補正を行い、次のステップへと進む。

【0051】上記ステップ102において、「 $Z_s < Z_w$ 」の関係にあると判別した場合には、仮想ズーム位置の領域と判断し、前述したようにステップ104へと移行する。

【ステップ104】 ここでは撮影者の意図するズーム位置 Z_s が補正上の仮想のワイド端のズーム位置 Z_{min} よりも小さいどうかを比較し、もし小さい、つまり「 $Z_s < Z_{min}$ 」の関係にあればステップ105へ移行し、「 $Z_s \geq Z_{min}$ 」の関係にあればステップ106へ移行する。

【ステップ105】 ここでは撮影者の意図するズーム位置 Z_s が補正上の仮想のワイド端のズーム位置 Z_{min} よりも小さいので、 Z_s に Z_{min} の値を入れる動作を行う。

【ステップ106】 上記第1の実施例におけるステップ55と同様の、任意の像高を基準とした歪み補正を行う。

【0052】ここで、図20により、上記ステップ101において行われる「画面の四隅を基準とした歪み補正」について説明する。

【0053】正の歪曲収差が発生したときに画面中心を基準とした補正を行うと、従来説明の課題のところで説明したように、画面の周辺部の画像データが欠落し、不完全な画像となってしまう。そのためには、第1の実施例で示した補正基準の円を画面範囲に外接する円として、理想像点 $P_0(x_0, y_0)$ の座標を

【0055】図21はその様子を示すものである。

【0056】まず、前述の四隅を基準とした歪み補正を行い、それにより得られた画像データの一部をトリミングし、線形の補間処理により足りない画像データを生成して、仮想的にズームアップした画像を得ることができる。

【0057】また、別の方法として、仮想的なズームア

ップ比を Z_r とすると、先の式の (x_0, y_0) を $(x_0/Z_r, y_0/Z_r)$ として、 x, y を決定することにより、歪み補正と電子ズームアップを一度に計算することができる。図22はこの時の様子を示す図である。

【0058】(第4の実施例)以下に、本発明の第3の実施例について説明する。

【0059】図23は本発明の第4の実施例における装置の構成を示すブロック図であり、前述の歪み補正を画像の再生時に行うようにした映像システムを示している。

【0060】図23において、401はズーム可能な撮影レンズ、402はCCDなどの撮像素子、403は撮像信号を映像信号に変換する映像信号処理回路、404は撮影レンズ401のバリエータレンズの位置やフォーカスレンズの位置より撮影レンズ401の撮影状態を検知する撮影状態検知回路、405は撮影レンズ401の状態に応じた歪曲収差のデータが記録されているデータテーブルである。

【0061】406は映像信号と音声信号とともに撮影状態検知回路404からの撮影状態に関する情報とズームスイッチ411からの撮影者が意図するズーム位置の情報、さらにデータテーブルの歪曲収差の情報から記録される映像フレームに対する任意の像高基準の歪み補正のための情報信号をビデオテープなどの記録媒体に同時に記録する記録制御回路である。

【0062】407は記録媒体から映像信号、音声信号と映像フレームに対する任意の像高基準の歪み補正のための情報信号を再生する再生装置、408は画像の歪曲を補正する画像制御回路、409は再生装置から得られる画像データを記憶する第1の画像メモリ、410は歪曲を補正した画像データを記憶する第2の画像メモリである。

【0063】上記の記録制御回路406は、撮影状態検知回路404からの撮影状態に関する情報に基づいてデータテーブル405から関数近似した係数の形で歪曲収差の情報(歪曲係数)を取り出し、撮影状態検知回路404からのズーム位置の情報とズームスイッチ411からの撮影者が意図するズーム位置の情報とを比較し、歪みの補正基準(基準像高)を求め、歪曲係数と基準像高を記録する。

【0064】再生装置407においては、この歪曲係数と基準像高を読み出し、映像信号とともに画像処理回路408に送る。画像処理回路408においては、これまで説明した歪み補正の手順により歪みのない画像を生成する。

【0065】記録媒体としては、磁気ディスクや光ディスクなどでも良く、また記録する対象は動画に限らずスティルビデオなどの静止画でも良い。

【0066】さらに、図24に示すように、銀塩カメラにおいて、画像の記録されるフィルムに光学的、または

磁気的手段により記録し、そのフィルムをスキャナなどにより画像をデジタル信号に変換するとともに、同時にまたは別個の読取り装置により記憶されたデータを読取ることにより、同様なシステムを構築することが可能である。映像出力は、NTSCやHDTVなどの映像信号に変更してディスプレイ表示しても、カラープリンタなどにより画像出力しても良い。

【0067】なお、図24において、501は撮影レンズ、502はフィルム、503は電子化装置であり、その他図23と同じ符号は同一機能を持つ回路である。

【0068】図24においては、記録媒体に記録する情報は撮影状態に関する情報であり、歪曲収差の情報は再生装置のデータメモリ405に記録されてある構成としたが、図23と同様に、歪曲収差情報を記録したデータテーブルは撮影装置にあっても良いし、撮影装置とは分離可能なレンズ鏡筒にあっても良い。

【0069】また、撮影状態に関する情報又は歪曲収差情報は映像の記録媒体(フィルム)に記録されるのではなく、撮影装置の別の記憶装置に記録されても良い。

【0070】以上の各実施例によれば、画面の中心(光軸)から任意の高さを基準として画像を補正するようにしているため、レンズにより得られる画像を無駄なく使用し、撮影レンズの仕様を越えた画像を撮影できる。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段と、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段と、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段と、該歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段とを備え、また、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、該撮影レンズ状態検知手段からの情報に基づいて撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、前記歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報を記録媒体に記録する歪曲収差記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記録された歪曲収差情報を読み出す歪曲収差読出手段、及び、歪曲収差読出手段からの歪曲収差情報に基づき、撮影した画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備え、また、撮影レンズの状態を検知する撮影レンズ状態検知手段、及び、撮影レンズ状態検知手段からの撮影レンズ状態情報を記録媒体に記録する撮影レンズ状態情報記録手段を具備した撮像装置と、前記記録媒体に記録された撮影レンズ状態情報を読み出す撮影レンズ情報読出手段、撮影レンズの歪曲収差の情報を記憶する歪曲収差記憶手段、前記撮影レンズ情報読出手段からの撮影レンズ状態情報に基づい

て撮影した時の歪曲収差情報を検知する歪曲収差検知手段、及び、歪曲収差検知手段からの歪曲収差情報に基づき、画像の任意の像高を基準として、撮影レンズによる像の歪みを補正する画像補正手段を具備した画像再生装置とを備え、撮影レンズの歪曲収差情報に基づき、撮影レンズの画面上の中心（光軸）から任意の像高を基準として、画像の歪曲量を補正するようにしている。

【0072】よって、撮影レンズを介して得られる画像を無駄なく使用し、該撮影レンズの仕様を超えた画像を与えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1の撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】歪曲した走査線を示す図である。

【図4】補間処理に使用する画素を説明するための図である。

【図5】本発明の第1の実施例における歪み補正動作を示すフローチャートである。

【図6】図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図7】同じく図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図8】同じく図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図9】同じく図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図10】同じく図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図11】同じく図5における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図12】画像補正に適したワイド側で大きな負の歪曲収差を発生するレンズの断面図である。

【図13】図12のレンズのワイド端での収差を示す図である。

【図14】図12のレンズのテレ端での収差を示す図である。

【図15】図12のレンズの数値例を示す図である。

【図16】本発明の第1の実施例における歪み補正の様子を模式的に示す図である。

【図17】本実施例を適用可能な入射光を三色に分解して撮影する撮像装置の要部構成を示す図である。

【図18】本発明の第2の実施例における歪み補正の様子を模式的に示す図である。

【図19】本発明の第3の実施例における歪み補正動作を示すフローチャートである。

【図20】図19における歪曲収差の補正の説明を助けるための図である。

【図21】本発明の第3の実施例装置に電子ズーム機能を付加した時の歪み補正の様子を示す図である。

【図22】本発明の第3の実施例装置に電子ズーム機能を付加した時の他の歪み補正の様子を示す図である。

【図23】本発明の第4の実施例における映像システムを示すブロック図である。

【図24】図23の画像装置を銀塩カメラに置換した時の映像システムを示すブロック図である。

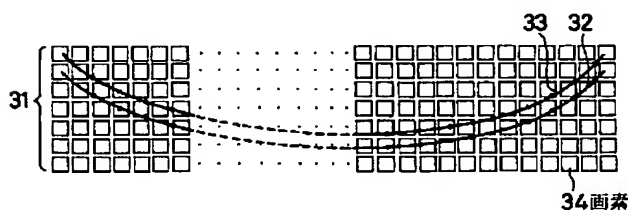
【図25】従来の撮像装置における歪み補正について説明するための図である。

【図26】従来の撮像装置における歪み補正についての問題点を説明するための図である。

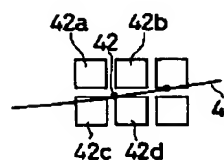
【符号の説明】

100, 401, 501	撮影レンズ
101, 401	撮像素子
102	画像制御回路
103, 409	第1の画像メモリ
104, 410	第2の画像メモリ
105, 405	データテーブル
403	映像信号処理回路
404	撮影状態検知回路
406	記録制御回路
408	画像処理回路

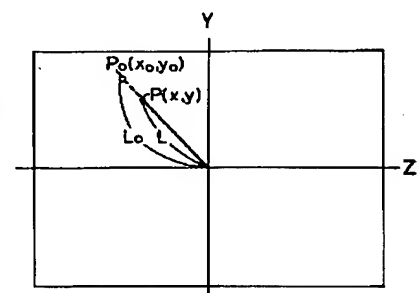
【図3】



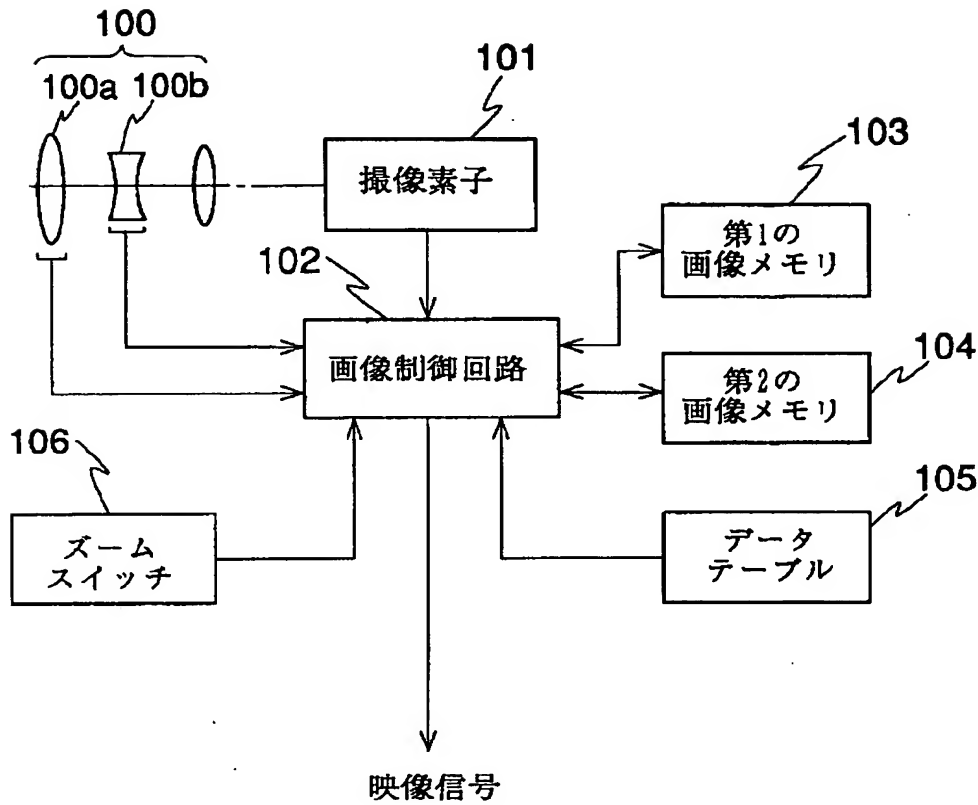
【図4】



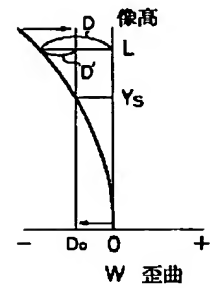
【図7】



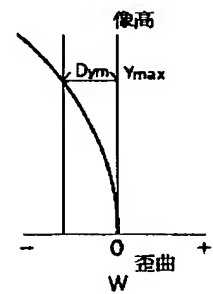
【図1】



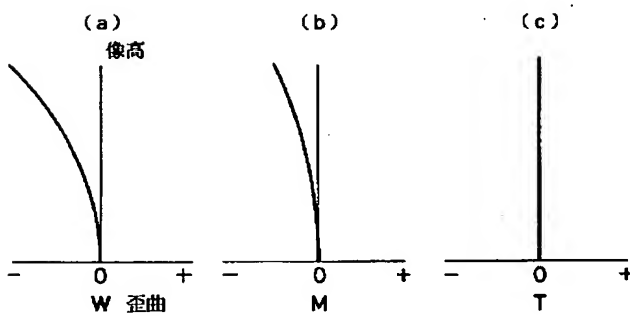
【図8】



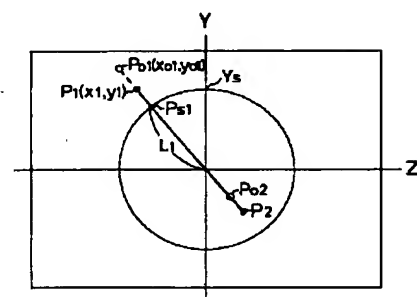
【図11】



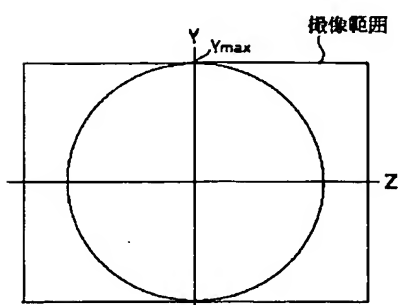
【図6】



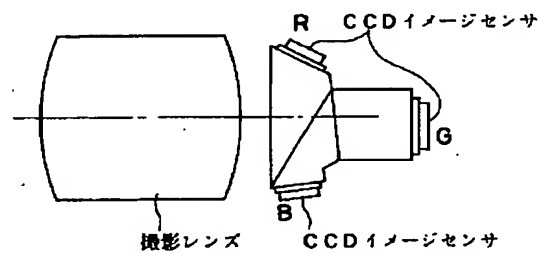
【図9】



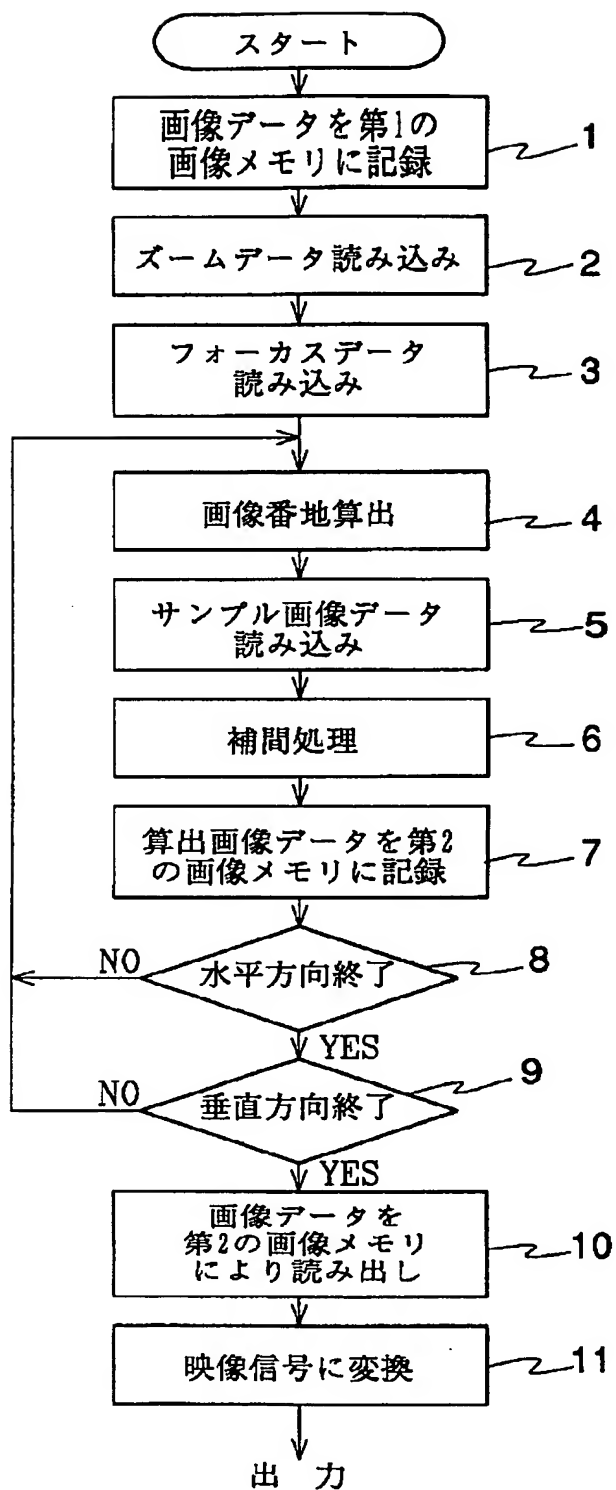
【図10】



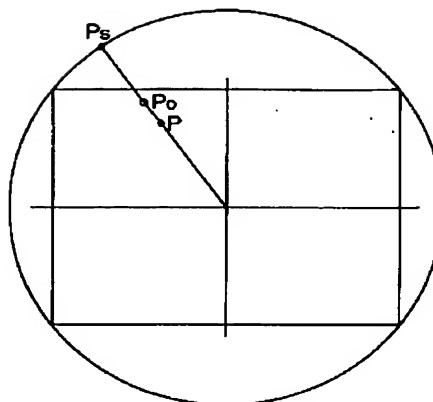
【図17】



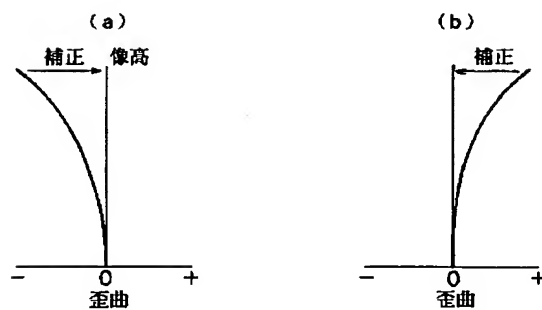
【図2】



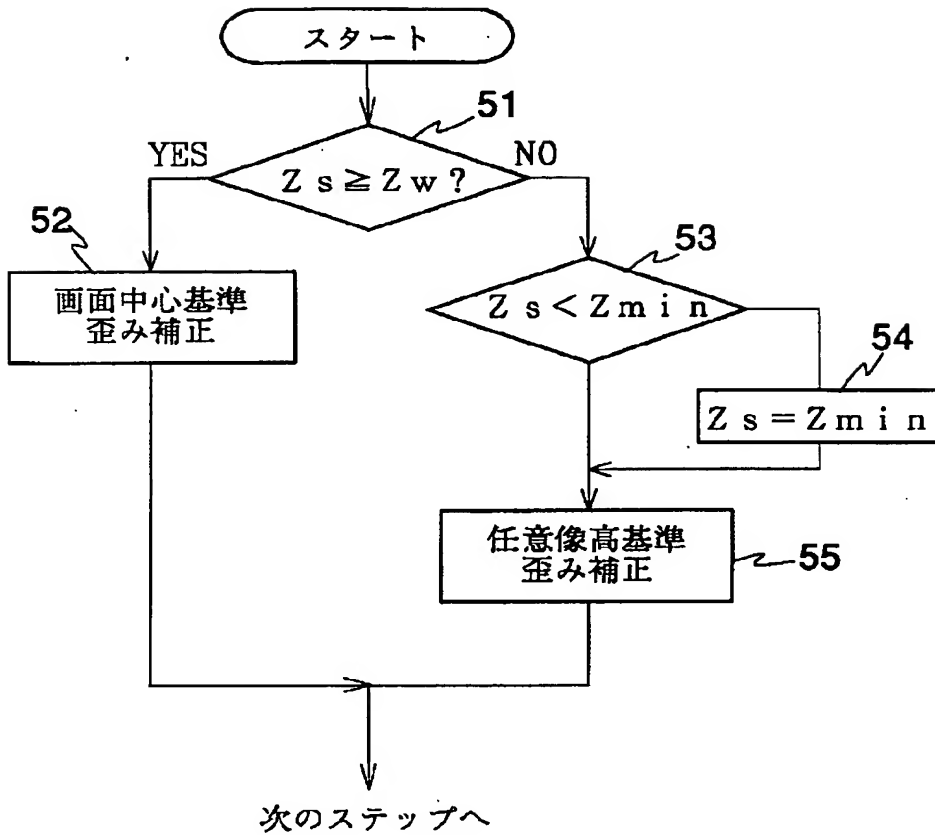
【図20】



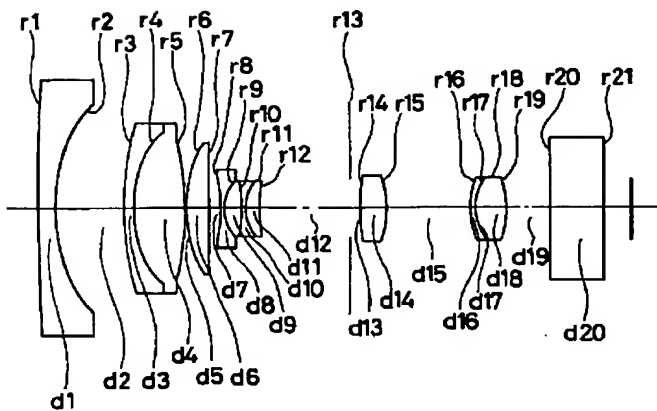
【図25】



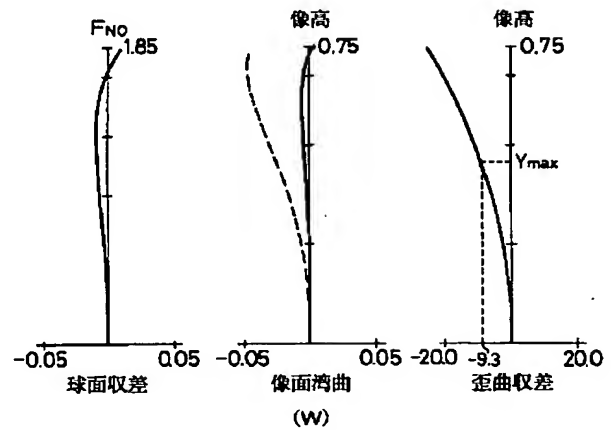
【図5】



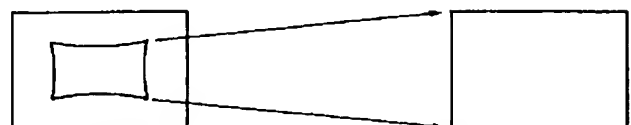
【図12】



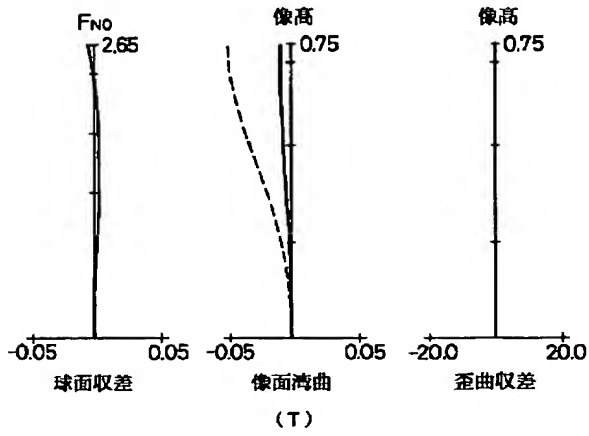
【図13】



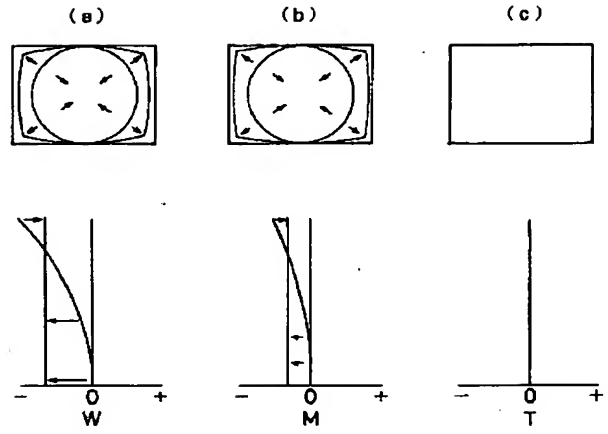
【図22】



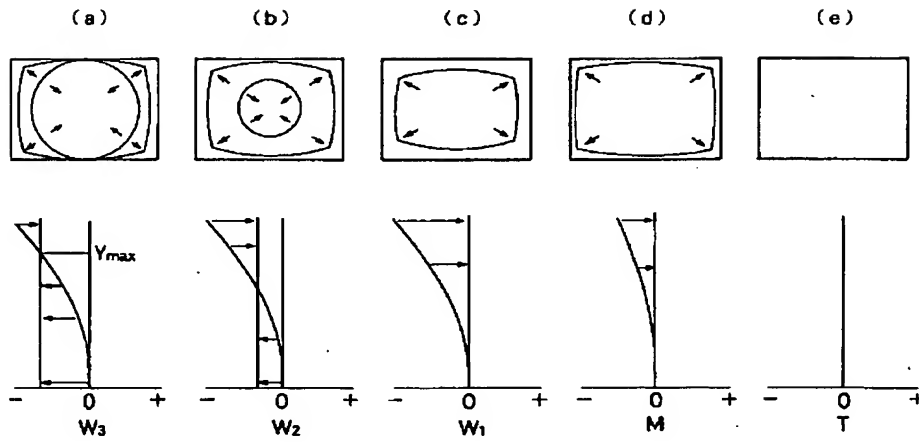
【図14】



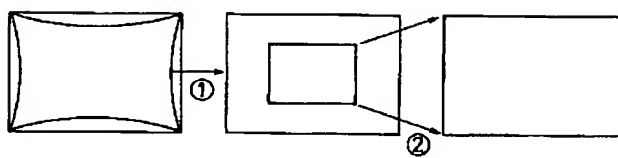
【図18】



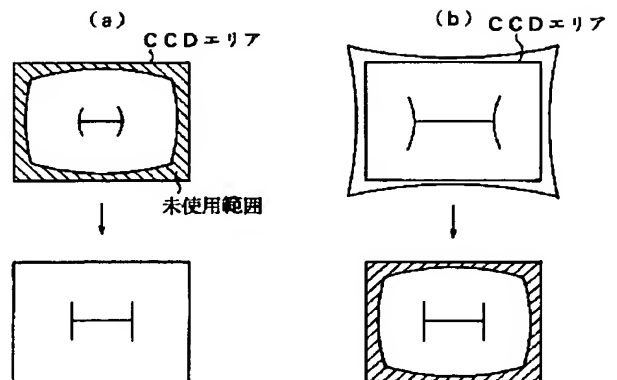
【図16】



【図21】



【図26】



【図15】

(a)

<数値例>

F=1~5.66

FNO=1:1.85
~2.65

像高0.75

r 1=	99.5653	d 1=	0.4977	n 1=	1.60311	v 1=	60.7
r 2=	5.7183	d 2=	1.9912	n 2=	1.80518	v 2=	25.4
r 3=	9.6933	d 3=	0.2986	n 3=	1.58913	v 3=	61.3
r 4=	3.9454	d 4=	1.4931	n 4=	1.80400	v 4=	46.6
r 5=	-14.0451	d 5=	0.0498	n 5=	1.88300	v 5=	40.8
r 6=	4.3647	d 6=	0.6968	n 6=	1.51742	v 6=	52.4
r 7=	193.8973	d 7=	可変	n 7=	1.84666	v 7=	23.8
r 8=	-7.1644	d 8=	0.1244	n 8=	1.58313	v 8=	59.4
r 9=	1.4701	d 9=	0.5147	n 9=	1.84666	v 9=	23.8
r 10=	-3.3919	d 10=	0.1244	n 10=	1.58313	v 10=	59.4
r 11=	1.5737	d 11=	0.4106	n 11=	1.51633	v 11=	64.2
r 12=	6.6811	d 12=	可変				
r 13=	0.0000	d 13=	0.2986				
*r 14=	9.9724	d 14=	0.7217				
r 15=	-3.6206	d 15=	可変				
r 16=	3.0913	d 16=	0.1244				
r 17=	1.5845	d 17=	0.0105				
r 18=	1.6097	d 18=	0.9332				
*r 19=	-3.7395	d 19=	可変				
r 20=	0.0000	d 20=	1.6175				
r 21=	0.0000						

(絞り)

*非球面

(b)

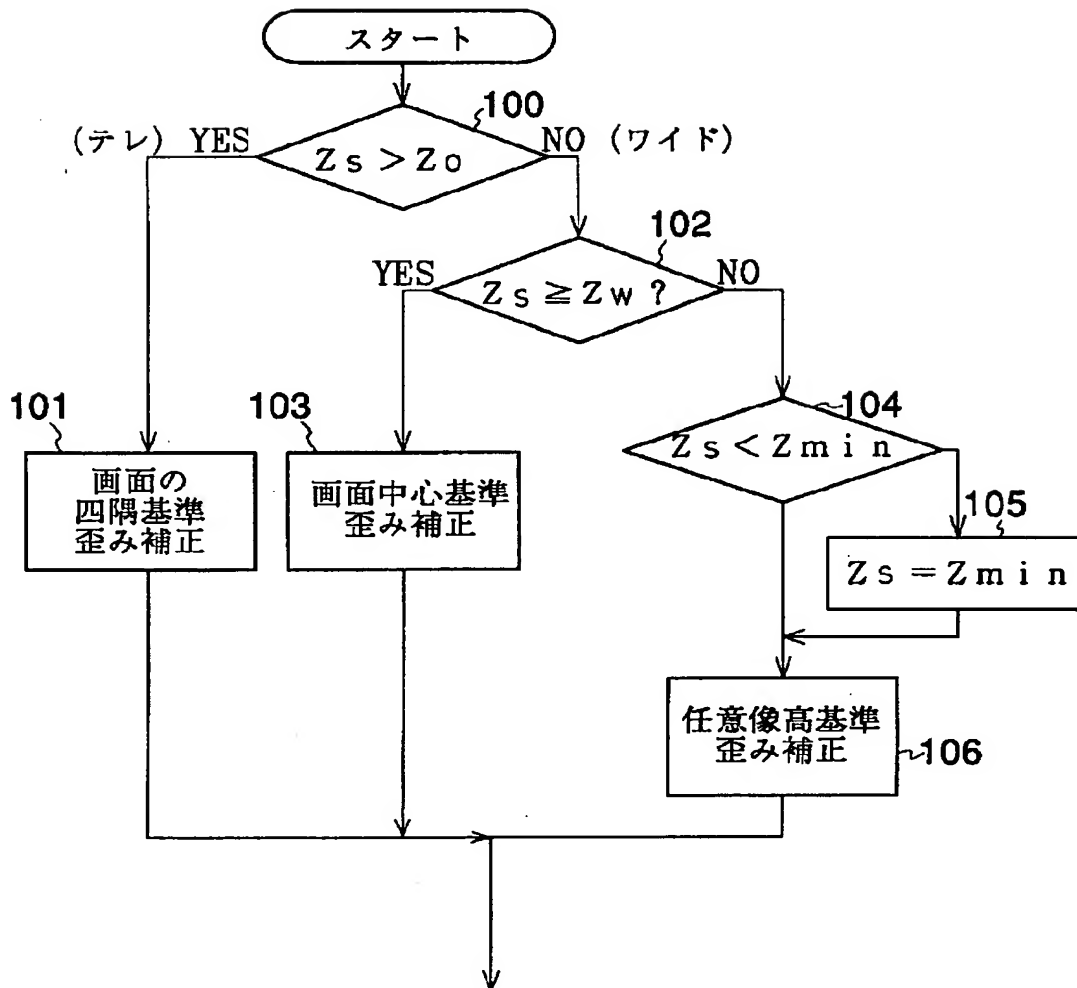
集点距離 可変間隔	1.00	2.55	5.66
d 7	0.32	1.99	2.97
d 12	2.68	1.01	0.03
d 15	2.46	1.53	0.99
d 19	1.24	2.18	2.71

(c)

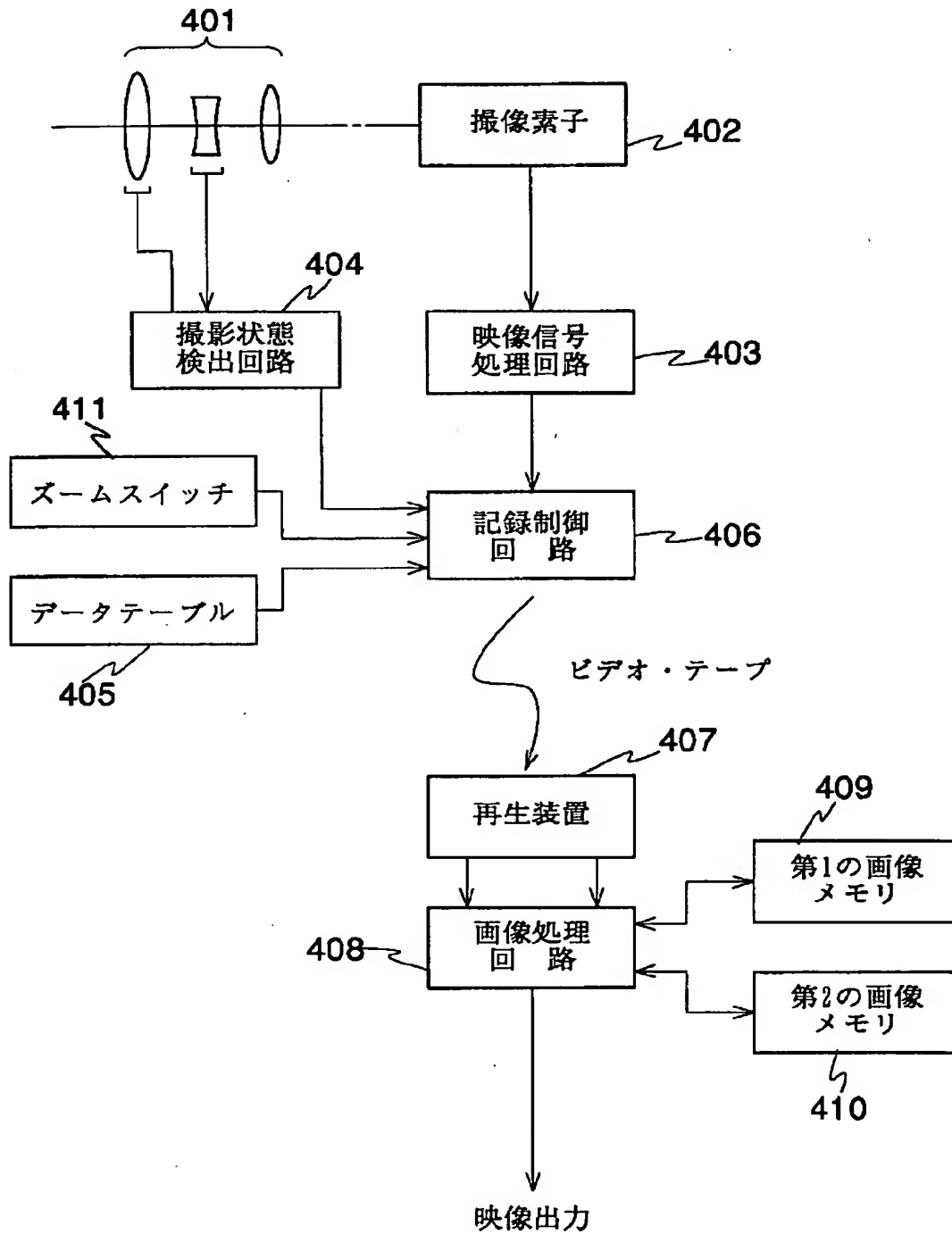
非球面係数

面	B	C	D
r 14	-9.4890×10^{-3}	-9.5313×10^{-4}	-3.5873×10^{-5}
r 19	-1.5696×10^{-3}	-1.4025×10^{-3}	-9.1864×10^{-5}

【図19】



【図23】



【図24】

